

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 54-124816

(43)Date of publication of application : 28.09.1979

(51)Int.Cl.

C22C 38/22

(21)Application number : 53-032308

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 23.03.1978

(72)Inventor : WATANABE TEISHIRO  
YAMAMOTO KEIICHI  
YAMANE TAKASHI  
HORIE NOBUAKI

## (54) HIGHLY TOUGH AND WEAR RESISTANT STEEL

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** A wear resistant steel having a high toughness at high temperatures, containing specific amounts of C, Si, Mn, Mo, and Al in addition to Steel component.

**CONSTITUTION:** The steel contains 0.04 to 0.60 wt% C, 0.08 to 1.70 wt% Si, 0.40 to 0.80 wt% Mn, 0.60 to 2.00 wt% Cr, 0.10 to 0.80 wt% Mo, and 0.20 to 1.00 wt% Al. The steel ingot with the above-mentioned composition is hot rolled into a predetermined shape, and then the rolled steel is treated by heating at a temperature 50 to 60° C higher than Ac3 point to convert its texture into austenite and then subjected to oil hardening, followed by tempering.

**USE:** The steel is excellent in wear resistance and toughness and thus suitable for the cutting blade of motor grader, the medium and edge blade of bulldozer, etc.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

C

⑬日本国特許庁(JP)

⑭特許出願公開

⑯公開特許公報(A)

昭54—124816

⑮Int. Cl.<sup>2</sup>  
C 22 C 38/22

識別記号  
CBH

⑮日本分類  
10 J 172  
10 S 2

庁内整理番号  
6339—4K

⑮公開 昭和54年(1979)9月28日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑯高靱性耐摩耗鋼

⑰特 願 昭53—32308

⑰出 願 昭53(1978)3月23日

⑰発 明 者 渡辺貞四郎

広島市沼田町大字伴700番地の1  
82

同 山本恵一

広島市西十日市町1番20号

⑰発 明 者 山根孝

広島市観音新町一丁目17番18号

同 堀江伸昭

神奈川県津久井郡津久井町根小屋  
2915番地の18

⑰出 願 人 三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5  
番1号

⑰復代理人 弁理士 内田明

外1名

明 細 書

1 発明の名称 高靱性耐摩耗鋼

2 特許請求の範囲

C含有量0.40～0.60重量％、Si含有量  
0.80％～1.70重量％、Mn含有量0.40～  
0.80重量％、Cr含有量0.60％～2.00重  
量％、Mo含有量0.10～0.80重量％および  
Al含有量0.20～1.00重量％、残部がFe  
および同伴する不純物からなることを特徴とす  
る高温で高い靱性を有する耐摩耗鋼。

3 発明の詳細な説明

本発明は高温で高い靱性を有する耐摩耗鋼  
に関する。

モーター・グレーダの切刃(カッティング・エ  
ッジ)またはブルドーザの中刃、端刃等の土砂  
切削用の切刃材においては、耐摩耗性の観点よ  
り高い硬度(HRC50以上)が要求されるだけ  
でなく、耐衝撃性の観点より高い靱性(シャル  
ピー値で5kg・m/cm<sup>2</sup>以上)が要求される。

一方、この種の切刃材は使用中に土砂と摩擦

することにより発生する熱によつて焼戻されて  
硬度が低下し、耐摩耗性が著しく減少する。特  
にアスファルト道路の除雪用に使用される切刃  
材はアスファルトと摩擦するため発生熱が大で  
高温にさらされ、この傾向が著しく、一般には  
消耗品として考えられている。

通常使用されている切刃材としては、JIS規  
格のSGr5種、SUP9種、あるいはSi添加量  
を増加することによつてこれ等の鋼の熱に対す  
る耐焼戻し性を改良した高Si鋼(特公昭47  
-9901号公報参照)等があり、この中には  
比較的硬度上昇が小さい場合は優れた耐摩耗性  
と靱性を有するものもあるが、切刃材先端の温  
度が450℃以上となる条件下で使用された場  
合、耐摩耗性が著しく低下するという欠点があ  
る。

また、耐摩耗性という点では工具鋼の類に優  
れたものがあるが、高価な合金元素を多量に含  
むため、耐摩耗性の向上(性能の向上)以上に  
切刃材の価格が上昇し、安価であることが要求

される切刃材としては適さない。

そこで本発明者等は、モーター・グレーダの切刃材先端の温度上昇（土砂あるいはアスファルトと摩擦することにより発生する熱に起因する）を把握するため、単純な骨材のひきならし作業時、踏み固められた砂利道の舗装作業時、除雪作業時（アスファルトと摩擦）について切刃材先端の最高温度を測定した。その結果は第1図に示すとおり、踏み固められた砂利道の舗装作業時（第1図中、グラフb）、除雪作業時（第1図中、グラフc）においては、最高温度が400℃以上となる頻度が高くなっていることがわかった。（なお、第1図中、単純な骨材のひきならし作業時はグラフaで示す）。

このような事実ならびに前記した従来のものの欠点をふまえ、以下の諸条件を満足する高靱性かつ耐摩耗性の優れた鋼を開発することが、本発明の目的である。

(1)耐摩耗性が優れること。

焼戻し低抗が大であり（摩擦熱による軟化

低抗が大である）、かつ高温における硬さが大であること。

(2)靱性が優れること。

(3)安価であること。

すなわち本発明は、C含有量0.40～0.60重量％、Si含有量0.80～1.70重量％、Mn含有量0.40～0.80重量％、Cr含有量0.60～2.00重量％、Mo含有量0.10～0.80重量％、Al含有量0.20～1.00重量％、残部がFeおよび同件する不純物からなることを特徴とする高い靱性を有する耐摩耗鋼であり、従来のものの欠点である450℃以上となる条件下で使用された場合、耐摩耗性が著しく低下する点を改善するものである。

本発明鋼を応用できる製品としては、建設機械、土木機械、破砕機械等の高靱性かつ耐摩耗性を必要とする部品が挙げられる。

次に、本発明が技術的に確立される要点（すなわち化学組成範囲の換換）を説明する。

Cは硬度および靱性に大きな影響を与える重

要な成分であり、HRC 50以上の高硬度を得るためには0.40重量％以上を含有することが必要であり、一方0.60重量％以上になると組織中の炭化物が著しく粗大化して靱性が低下し目標（シャルピー値で3kg・m/cm<sup>2</sup>以上）を達成することができなくなる。

Siはフェライトに固溶して硬度を高めると共に低温焼戻温度域においては炭化物を微細化し靱性を改善・向上せしめるものであるが、C含有量が0.40～0.60重量％の場合、Si含有量が1.70重量％以上になるとむしろ靱性が低下するだけでなく加工性を著しく悪くする。また、Si含有量0.80重量％は上記の効果（フェライトに固溶して硬度を高め、炭化物を微細化し靱性を向上する）を得るための最小必要量である。

MnはCと同様に硬度、焼入性を向上せしめる重要な成分であり、0.40重量％以下では焼入後の硬度が低下し、焼戻後所要の硬度が得られず、一方含有量を余り増加すると結晶粒の粗

大化、靱性の劣化、ならびに加工性を悪化せしめるため、C含有量0.40～0.60重量％、Si含有量0.80～1.70重量％の場合、Mn含有量は0.40～0.80重量％が適当である。

Crは焼入性を向上し、焼入後の硬度を高めると共に炭化物を生成し焼戻低抗を高める。このような効果を得るためにはCr含有量を0.60重量％以上とする必要があり、またCr含有量が2.00重量％以上になると靱性が低下するため、Cr含有量は0.60～2.00重量％が適当である。

Moはマルテンサイト組織を微細化し、焼戻低抗を高め、靱性を向上せしめるもので、0.10重量％が最小必要量であり、0.80重量％以上ではかえって靱性を劣化せしめるだけでなく原材料費が高価で切刃材の価格上昇をもたらすためこれ以上の添加は不適当である。

Alは適切な熱処理を施すことにより高温強度を高める（高温における硬度を著しく高める）ため、切刃材のように土砂等との摩擦により高

低になる場合には優れた耐摩耗性を示すようになる。また、Al を添加すると耐酸化性にも優れるため、熱処理時に生ずる脱炭層の減少をももたらす。このような Al の効果を得るための最小必要量は 0.20 重量% であり、一方 Al 含有量が 1.00 重量% 以上になると鍛造性、加工性を悪化せしめるだけでなく靱性を著しく劣化せしめる。

このように、合金元素である C、Si、Mn、Cr、Mo、Al の含有率は鋼に多大の影響を及ぼし、これらの配合割合を本発明のように決定することにより、従来の鋼以上に優れた靱性ならびに耐摩耗性の優れた（特に発熱により高温にさらされた時の耐摩耗性）鋼を得ることができる。なお、本発明鋼における残部は Fe および同伴する不純物である。

また、本発明の高靱性耐摩耗鋼の製造法についてその一例を簡単に説明すると、所定の組成に溶解、精錬し、造塊した後、所定の形状に熱間圧延し、熱処理はその材料の Ac3 点温度より

50～60℃ 高い温度にてオーステナイト化した後油焼入し各種の温度で焼戻しすればよい。

以下実施例を挙げて本発明の高靱性耐摩耗鋼を更に具体的に説明する。

#### 実施例

第 1 表に示す組成の試作鋼塊（本発明鋼 12 種、実験用鋼 6 種）を製造し、上記した要領にて圧延ならびに熱処理を実施した。なお、焼戻し温度はすべて 400℃ で一定とした。

また、比較のため第 1 表に示す組成の鋼を同様の方法（圧延、熱処理）で製造し試験片を作成した。なお、比較用鋼 1、2 および 3 の焼戻し温度はそれぞれ 420℃、400℃ および 350℃ とした。

これら 21 種の鋼を用い、常温硬さ（HRC）、衝撃値（ $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$ ）、高温硬さ（マイクロピッカース：荷重 300g、試験温度：500、600、700℃）および加工性（主に熱間加工性）について試験した結果を第 2 表に示す。

これから明らかとなり、本発明鋼以外の鋼

（実験用鋼 6 種、比較用鋼 3 種）は、常温硬さ、衝撃値、高温硬さおよび加工性のいづれかにおいて不満足な結果しか得られておらず、一方本発明鋼は高靱性を有しかつ切刃材先端の温度が高温になつても優れた耐摩耗性を有することが判る。

第 1 表

（重量%）

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Al
本発明鋼 1	0.44	0.44	0.67	0.99	0.25	0.49
" 2	0.46	1.25	0.69	1.00	0.25	0.56
" 3	0.44	1.42	0.72	1.04	0.25	0.51
" 4	0.45	0.86	0.72	1.02	0.24	0.22
" 5	0.44	0.85	0.71	1.01	0.25	0.83
" 6	0.45	0.83	0.71	1.52	0.24	0.50
" 7	0.46	0.67	0.70	1.82	0.24	0.48
" 8	0.45	1.59	0.69	1.49	0.24	0.54
" 9	0.44	1.41	0.72	1.84	0.24	0.52
" 10	0.47	0.84	0.71	1.53	0.53	0.49
" 11	0.46	0.67	0.73	1.81	0.51	0.56
" 12	0.45	1.56	0.72	1.79	0.51	0.52
実験用鋼 1	0.33	0.85	0.75	0.98	0.25	0.53
" 2	0.67	0.84	0.70	1.03	0.25	0.51
" 3	0.45	2.29	0.68	1.01	0.24	0.48
" 4	0.46	0.84	0.72	0.04	0.02	0.43
" 5	0.44	0.89	0.67	1.03	0.24	0.03
" 6	0.44	0.84	0.74	0.98	0.25	1.14
比較用鋼 1 (JIS規格 SCr5)	0.42	0.23	0.71	1.19	0.03	0.02
比較用鋼 2 (JIS規格 SCM4)	0.59	0.28	0.73	1.01	0.20	0.02
比較用鋼 3	0.44	2.18	0.41	1.03	0.02	0.03

第 2 表

	常温硬さ (HRO)	衝撃値 ( $Kg \cdot m/cm^2$ )	高温硬さ(ミクロビツカーズ; 荷重500g)			備 考
			500℃	600℃	700℃	
本発明鋼 1	55.5	4.9	575	264	154	
" 2	55.1	4.2	347	243	132	
" 3	55.5	4.6	556	246	119	
" 4	54.4	4.2	332	220	102	
" 5	53.7	3.9	349	239	129	
" 6	55.7	4.8	368	255	138	
" 7	55.9	3.8	351	242	101	
" 8	54.7	3.6	363	267	141	
" 9	55.2	4.1	361	244	122	
" 10	54.6	5.8	371	261	158	
" 11	54.8	4.7	369	257	144	
" 12	55.3	3.6	373	267	132	
実験用鋼 1	47.2	5.3	211	102	81	加工性悪い、熱処理 時割れ発生
" 2	56.7	1.9	397	274	162	
" 3	54.6	3.2	368	253	138	
" 4	42.1	4.4	218	113	79	
" 5	53.9	4.5	246	98	41	
" 6	54.2	3.1	349	227	108	
比較用鋼 1 (JIS規格 SCr5)	46.0	1.8	225	100	33	
比較用鋼 2 (JIS規格 SCM4)	46.5	3.2	256	141	50	
比較用鋼 3	55.7	4.7	261	101	31	加工性悪い

\* 試験温度： 常 温  
ノツテ形状： 2mmU

更に、本発明鋼の性能を把握するため、下記  
第3表の成分の本発明鋼を用いモーター・グ  
レーダ用カッティング・エッジを作成した。

第 3 表

(重量%)

C	Si	Mn	Cr	Mo	Al	残部
0.46	0.84	0.69	1.01	0.25	0.59	Fe および同伴する 不純物

また、第3表の鋼の機械的性質は次のとおり  
であつた。

常温硬さ： HRO 55.2

衝撃値： 4.7 ( $Kg \cdot m/cm^2$ )

なお、比較のため第1、2表の比較用鋼1お  
よび3を用いてモーター・グレーダ用カッティ  
ング・エッジを作成した。

これら3種の高温硬さ曲線は第2図に示すと  
おりであり、本発明鋼(第2図中、曲線1)は  
比較用鋼(第2図中、比較用鋼1は曲線2、比  
較用鋼3は曲線3)とくらべ高温側での高温硬

さが高いことが判る。

また、これら3種のカッティングエッジをモ  
ーター・グレーダに取り付け実車摩耗試験を实  
施した結果を第3図に示す。第3図中、曲線1、  
2、3はそれぞれ本発明鋼、比較用鋼1、比較  
用鋼3のカッティング・エッジの砂利道舗装作  
業時における結果を示し、曲線1'、2'、3'はそ  
れぞれ本発明鋼、比較用鋼1、比較用鋼3のカ  
ッティング・エッジの除雪作業時における結果  
を示す。

これから判る通り、本発明鋼は比較用鋼とく  
らべ耐摩耗性が優れ、特に切刃(カッティング  
・エッジ)材先端の温度が高温となる除雪作業  
においては優れた耐摩耗性を有している。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はモーター・グレーダの各種作業時に  
おける切刃材先端の最高温度の温度割合を示し  
た図表、第2図は本発明鋼と比較用鋼の高温硬  
さ曲線を示す図表、第3図は本発明鋼と比較用  
鋼で作つた切刃(カッティング・エッジ)の作

葉面積と葉耗量との関係を示した図表である。

特開昭54-124816(5)

図 1

復代理人 内 田 明  
復代理人 萩 原 亮 一

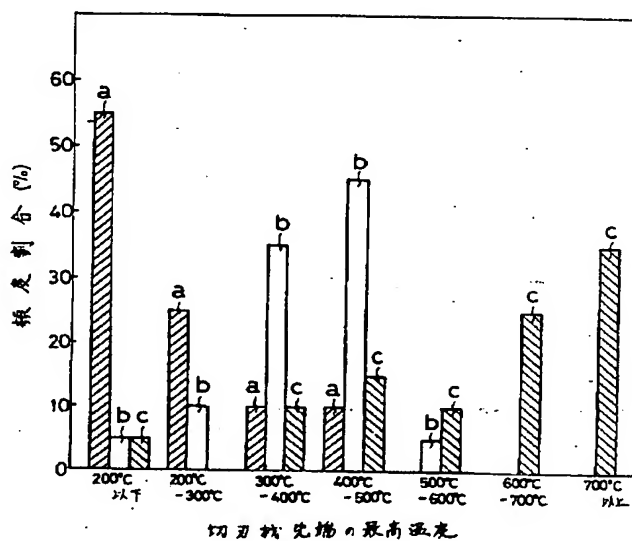


図 2

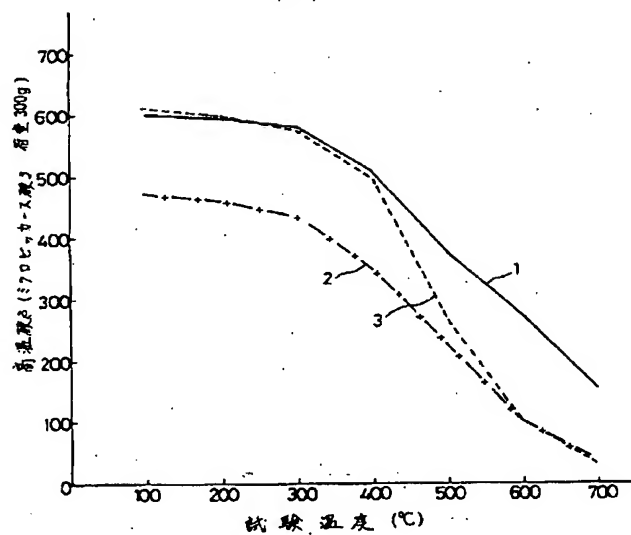
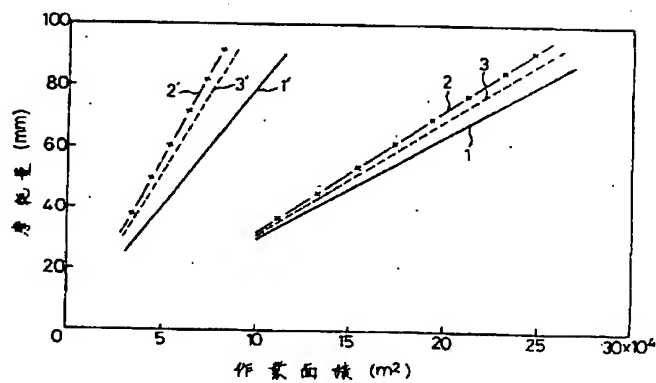


図 3



## 手続補正書

昭和53年6月10日

特許庁長官 加 谷 魯 二 殿

## 1. 事件の表示

昭和53年特許願第52308号

## 2. 発明の名称 高靱性耐摩耗鋼

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

氏 名 (620) 三菱重工業株式会社  
(名 称) 代表者 三 井 徹 正

## 4. 代理人

住 所 東京都港区虎ノ門一丁目24番11号  
第二岡田ビル 電話(504)1894番氏 名 弁理士(7179) 内 田 明  
(ほか1名)

## 5. 補正命令の日付 自発補正

## 6. 補正により増加する発明の数 2

#	13	0.46	0.89	0.71	1.02	0.12	0.58
#	14	0.45	0.86	0.69	0.98	0.76	0.62

(5) 同10頁第1段の実験例4のA8の欄の「0.43」を「0.13」と訂正する。

(6) 同11頁第2段の本発明例12の下に本発明例13, 14のデータを次の通りに挿入する。

#	13	542	39	380	272	155
#	14	551	46	362	264	142

## 7. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲および発明の詳細な説明

## A 補正の内容

- (1) 特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。
- (2) 明細書1頁12行の「高温度で高い靱性を有する耐摩耗鋼」を「高い靱性を有しかつ高温度で高い硬さを有する耐摩耗鋼」と訂正する。
- (3) 同4頁5~11行の「C含有量...耐摩耗鋼」を「C含有量0.40~0.60重量%、Si含有量0.80~1.70重量%、Mn含有量0.40~0.80重量%、Cr含有量0.60~2.00重量%、Mo含有量0.10~0.80重量%、Al含有量0.20~1.00重量%、残部がFeおよび同件する不純物からなることを特徴とする高い靱性と高温度で高い硬さを有する耐摩耗鋼」と訂正する。
- (4) 同10頁第1段の本発明例12の下に本発明例13, 14を次の通りに挿入する。

## 特許請求の範囲

C含有量0.40~0.60重量%、Si含有量0.80~1.70重量%、Mn含有量0.40~0.80重量%、Cr含有量0.60~2.00重量%、Mo含有量0.10~0.80重量%、Al含有量0.20~1.00重量%、残部がFeおよび同件する不純物からなることを特徴とする高い靱性と高温度で高い硬さを有する耐摩耗鋼。